



**TUGAS AKHIR - RF141501**

**PEMETAAN LINGKUNGAN KOROSI BAWAH  
PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE *SELF-  
POTENSIAL* BERDASARKAN *NATIVE POTENTIAL* PADA  
DAERAH UNIT 7 DAN 8 PT.IPMOMI**

**MASRURO AMALIA  
NRP. 3713 100 008**

**Dosen Pembimbing  
Dr.Widya Utama, DEA  
NIP. 19611024 198803 1001**

**Juan Pandu Gya Nur Rochman S.Si, MT  
NIP. 19890612 220150 1003**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



TUGAS AKHIR - RF141501

PEMETAAN LINGKUNGAN KOROSI BAWAH PERMUKAAN  
MENGUNAKAN METODE *SELF-POTENSIAL*  
BERDASARKAN *NATIVE POTENTIAL* PADA DAERAH UNIT  
7 DAN 8 PT.IPMOMI

MASRURO AMALIA  
NRP. 3713 100 008

Dosen Pembimbing  
Dr.Widya Utama, DEA  
NIP. 19611024 198803 1001

Juan Pandu Gya Nur Rochman S.Si, MT  
NIP. 19890612 220150 1003

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017

**PEMETAAN LINGKUNGAN KOROSI BAWAH  
PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE *SELF-  
POTENSIAL* BEDASARKAN *NATIVE POTENTIAL*  
PADA DAERAH UNIT 7 DAN 8 PT.IPMOMI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Pada Departemen Teknik Geofisika  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 27 Juli 2017

Menyetujui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Widya Utama, DEA  
NIP. 19611024 198803 1001

Juan Paridu G.N.R.S.Si, MT  
NIP. 19890612 220150 1003

Mengetahui,  
Kepala Laboratorium Eksplorasi  
Departemen Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si, MT  
NIP. 196909 0619970 1001

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**PEMETAAN LINGKUNGAN KOROSI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE *SELF-POTENSIAL* BERDASARKAN *NATIVE POTENTIAL* PADA DAERAH UNIT 7 DAN 8 PT.IPMOMI**” adalah benar **hasil** karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 27 Juli 2017

Masruro Amalia

371310008

# **PEMETAAN LINGKUNGAN KOROSI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE *SELF-POTENTIAL* BEDASARKAN *NATIVE POTENTIAL* PADA DAERAH UNIT 7 DAN 8 PT.IPMOMI**

Nama Mahasiswa : Masruro Amalia  
NRP : 3713100008  
Jurusan : Teknik Geofisika  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Widya Utama, DEA  
2. Juan Pandu G. S.Si, MT

## **Abstrak**

Korosivitas tanah merupakan salah satu masalah yang berdampak pada kerusakan lingkungan dan infrastruktur. Pipa yang terletak pada *subsurface* menjadi salah satu contoh dari infrastruktur yang rentan terhadap korosi, maka dari itu pemetaan *subsurface* sangat dibutuhkan untuk mengetahui keadaan lingkungan korosif bawah permukaan. Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian mengenai pemetaan lingkungan korosi bawah permukaan dengan menggunakan metode *Self Potensial* pada daerah unit 7 dan 8 PT.IPMOMI. Pengukuran *self potensial* dilakukan 2 kali yaitu pada awal penelitian dan 15 hari setelahnya. Dari hasil pengukuran SP kemudian dikorelasi dengan nilai *native potensial* sehingga didapat range nilai korosivitas tanah. Nilai SP -120 hingga 40 memiliki tingkat korosivitas sedang, dan nilai SP 40-220 memiliki tingkat korosivitas yang sangat tinggi. Pada lokasi penelitian tingkat korosivitas yang sangat tinggi berada pada sisi utara dari lintasan dan semakin rendah pada sisi selatan yang disebabkan oleh adanya intrusi air laut pada sisi utara dari lokasi penelitian.

Kata kunci : Korosivitas tanah, intrusi, *native potensial*, *self-potential*



# **SUBSURFACE CORROSION MAPPING USING SELF-POTENTIAL METHODS BASED ON NATIVE POTENTIAL IN THE AREA OF UNITS 7 AND 8 PT.IPMOMI**

## **Abstract**

Soil corrosivity is one of the problems that impact on the environment and infrastructure damage. Pipes located at subsurface are one of a corrosion prone infrastructure, hence subsurface mapping is needed to determine the state of the subsurface corrosive environment. In this final project conducted research on mapping the environment of subsurface corrosion by using Self Potential method on unit 7 and 8 PT.IPMOMI. Self-potential measurements were made twice at the start of the study and 15 days afterwards. From result of SP measurement then correlated with native potential value and as result range of soil corrosivity value is obtained. The values of SP-120 to 40 have moderate corrosivity, and SP 40-220 has a very high degree of corrosivity. At the research site, very high level of corosivity lies on the northern side of the track and lower on the southern side caused by the intrusion of sea water on the northern side of the research site.

**Key Words** : Soil corrosivity, intrusion, *native potential*, *self potential*





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pelaksanaan tugas akhir berjalan lancar dan pembuatan laporan tugas akhir yang berjudul “ Pemetaan zona korosi bawah permukaan menggunakan metode Self-Potensial pada daerah unit 7 dan 8 PT.IPMOMI ”dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari peran berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu, Bapak, dek Uun dan mas Arie atas dukungannya selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak Dr. Widya Utama, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika ITS dan Dosen Pembimbing pada tugas akhir yang selalu memberi masukan membangun.
3. Bapak Andie Soegiarto selaku pembimbing di PT.IMOMI yang banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini
4. Mas Juan Pandu selaku dosen pembimbing yang banyak memberi masukan pada tugas akhir ini
5. Ibu Anik Hilyah dan Bapak Amien Widodo selaku Dosen Penguji dan telah memberikan banyak masukan.
6. Bapak Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T yang telah meminjamkan peralatan pengukuran.
7. Bapak Dwa Desa Warnana S.Si. M.Si selaku dosen wali penulis, yang selalu mensupport dan memotivasi penulis dari semester awal
8. Seluruh dosen Departemen Teknik Geofisika ITS yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis melakukan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
9. *Corrosion Team* yang selalu memberikan dukungan dan kerjasama yang luar biasa dalam pengerjaan tugas akhir ini.
10. Keluarga TG-02 yang selalu memberikan dukungan do'a maupun bantuan fisik dan jasa untuk tugas akhir ini
11. Segenap pihak yang telah membantu dan membimbing penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan segala keterbatasan, Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan untuk pengembangan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 27 Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1.    Latar Belakang.....	1
1.3.    Batasan Masalah.....	1
1.4.    Tujuan.....	2
1.5.    Manfaat.....	2
BAB II DASAR TEORI .....	3
2.1    Metode Potensial Diri ( <i>Self Potensial</i> ) .....	3
2.2    Jenis Potensial Diri.....	4
2.2.1    Potensial Diri Alam.....	4
2.2.2.    Potensial elektrokinetik .....	5
2.2.3    Potensial difusi .....	5
2.2.4    Potensial <i>nernst</i> .....	6
2.2.5    Potensial mineralisasi.....	6
2.3    Pengukuran Fixed base .....	6
2.4    Interpretasi Anomali <i>Self-Potential</i> .....	7
2.5    Metode Marquardt .....	8
2.6    Korosi .....	8
2.7    Korosi dalam Tanah ( <i>Soil Corrosion</i> ) .....	10

2.7.1 Kandungan uap air atau kelembaban ( <i>Moisture</i> ) .....	10
2.8 Korosivitas Tanah berdasarkan native potensial dan resistivitas .....	11
2.9. Kondisi Geologi Regional Lembar Besuki.....	12
2.9.1 Stratigrafi Regional Lembar Besuki .....	12
2.10 Pasang-surut air laut pada daerah Pasuruan dan sekitarnya.....	14
BAB III METODOLOGI .....	19
3.1. Peralatan Penelitian .....	19
3.1.1. Pengukuran lapangan .....	19
3.2.2. Pengukuran skala lab .....	19
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.3. Alur penelitian.....	23
3.4. Pengolahan data .....	25
3.4.1. Pengolahan data menggunakan ZondSP .....	25
3.4.1. Pengolahan data menggunakan Surfer .....	27
3.5. Uji Korelasi .....	27
3.5.1 Kegunaan Korelasi Pearson Product Moment (PPM) .....	27
3.5.2 Pola atau Bentuk Hubungan antara 2 Variabel .....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
4.1 Analisis penampang <i>Self-Potensial</i> hari-1 (3 Mei 2017).....	29
4.2 Analisis <i>Self-Potensial</i> hari-13 (15 Mei 2017).....	31
4.3 Analisis <i>Native Potensial</i> .....	33
4.4 Korelasi <i>Self Potensial</i> terhadap <i>Native potensial</i> .....	34
4.5 Pembahasan <i>Self potential</i> data pertama dan kedua dan <i>native potential</i> .....	34
4.6 Zonasi korosivitas tanah.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	39

5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA .....		41
LAMPIRAN.....		43



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 tipe anomaly SP dan geological Source (reynold,1997).....	4
Gambar 2 metode self potential fix base .....	7
Gambar 3 peta geologi daerah penelitian, daerah dengan lingkaran kuning merupakan letak dari unit 7 dan 8 PT.IPMOMI PLTU Paiton.....	13
Gambar 4 Letak lokasi pengambilan data terhadap garis pantai .....	21
Gambar 5 Desain akuisisi pada pada daerah PT. IPMOMI.....	22
Gambar 6 Penampang Self Potensial pertama (Selatan-Utara) .....	30
Gambar 7 Penampang self-potential hari pertama .....	31
Gambar 8 Penampang Self Potensial Kedua .....	32
Gambar 9 Penampang self-potensial kedua .....	32
Gambar 10 Penampang Native Potensial .....	33
Gambar 11 Penampang zona korosivitas tanah.....	37





## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Nilai korosivitas tanah berdasarkan Native Potential.....	12
Tabel 2 2. Data pasang surut Pasuruan, Selat Madura .....	16
Tabel 2 3. Data pasang surut Pulau Karangmas, Selat Madura.....	17
Tabel 4 1. Tingkat potential data pertama dan kedua.....	34
Tabel 4 2. Dugaan Interface air laut.....	35
Tabel 4 3. Tingkat Potensial SP terhadap Native Potential .....	35
Tabel 4 4. Tingkat korosivitas tanah berdasarkan nilai Self Potentian dan Native Potential.....	37



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Korosivitas tanah merupakan masalah yang memiliki dampak besar pada kinerja ekonomi dan lingkungan serta infrastruktur yang berbahan logam. Akibatnya, tingkat korosivitas tanah dianggap sebagai penghalang dalam pertumbuhan pembangunan mengingat banyaknya infrastruktur yang letaknya tertanam dibawah tanah, salah satunya yang banyak ditemui ialah pipa yang terletak dibawah permukaan (*underground*).

Pipa merupakan elemen penting dari suatu kesatuan industri seperti pada PT.IPMOMI yang bergerak dalam industri pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). PT.IPMOMI memiliki banyak pipa yang letaknya berada dibawah permukaan tanah, pipa-pipa tersebut digunakan untuk mengalirkan air laut untuk proses produksi.

Kebanyakan kerusakan pipa yang berada dibawah permukaan tanah disebabkan oleh korosi. Untuk mencegah ataupun mengurangi korosi maka dilakukan proteksi pada pipa seperti dipasang coating dengan cat, aspal atau bahan lain yang bisa digunakan untuk perlindungan. Selain itu juga bisa digunakan pencegahan kerusakan pipa dengan mengontrol lingkungan penyebab korosi, maka dari itu diperlukan pemetaan lingkungan bawah permukaan, dalam kasus ini lingkungannya berupa tanah/*soil*. Maka pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran menggunakan metode *Self Potential* untuk pemetaan lingkungan korosif bawah permukaan.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Masalah yang muncul pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana respon *Self Potential* terhadap lingkungan korosif?
2. Bagaimana sebaran zona korosif tanah berdasarkan nilai *Self Potential*?

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada tugas akhir ini ialah:

1. Penentuan sebaran zona korosif tanah mengacu pada penampang native potential dan resistivitas dengan lokasi pengamatan yang sama

2. Faktor penyebab korosi yang dibahas ialah factor kelembaban tanah
3. Digunakan korelasi antara *self potential* dengan *native potential*.

#### **1.4. Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui respon nilai potensial terhadap lingkungan korosif
2. Mengetahui pola sebaran lingkungan korosif berdasarkan untuk mendapatkan nilai korosivitas tanah nilai *self potensial*

#### **1.5. Manfaat**

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Sebagai studi respon nilai potensial terhadap lingkungan korosif
2. Sebagai rujukan bagi perusahaan mengenai letak pemasangan pipa bawah permukaan
3. Sebagai pembelajaran mengenai pengaplikasian metode *Self Potensial* dalam bidang Geoteknik (piping).

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Metode Potensial Diri (*Self Potential*)**

Dikatakan Potensial diri karena potensial dihasilkan dari dalam bumi dengan berbagai sumber melalui proses fisika dan kimia. Metode ini bersifat pasif, dalam artian kita tidak memberikan sumber arus tambahan jadi pengukuran potensial dikur secara alamiah antara dua titik pada permukaan tanah. Potensial yang diukur mencakup satu milivolt (mV) sampai satu volt dengan tanda positif dan negatif. Perbedaan antara positif dan negatif ini merupakan faktor penting dalam menginterpretasikan anomali dari potensial dirit yang akan dijelaskan nanti.

Faktor utama yang mempengaruhi potensial diri secara umum ialah air tanah. Potensial diproduksi oleh aliran air tanah, dengan berperan sebagai elektrolit dan pelarut dari mineral yang berbeda. Ada tiga cara dalam mengkonduksikan listrik melalui batuan yaitu dengan dielektrik, elektrolitik, dan konduksi elektronik. Konduktivitas listrik ( $\sigma$ , inversi dari resistivitas) dari batuan berpori bergantung pada porositasnya ( bentuk pori-porinya) dan pada pergerakan air ( atau cairan lainnya) melewati celah pori-pori ( bergantung pada sifat mobilitas ionik dan konsentrasi larutan, fiskositas ( $\eta$ ), temperatur serta tekanan).

Berikut ini beberapa jenis anomali dari potensial diri yang ada berikut dengan struktur geologinya. Potensial alami didalam bumi terdiri dari 2 komponen yaitu komponen yang selalu konstan dan tidak memiliki arah dan komponen yang selalu berubah ubah terhadap waktu. Komponen yang konstan biasanya disebabkan oleh proses elektrokimia yang terjadi di bumi, kemudian komponen yang berubah-ubah disebabkan oleh berbagai macam proses yang menyebabkan adanya perbedaan potensial dari arus bolak balik yang induksikan oleh petir dan perbedaan medan magnet bumi yang juga dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi. Dalam eksplorasi mineral, komponen dari potensial diri yaitu potensial mineral dan potensial lingkungan (background potential).

Potensial alam atau potensial langsung (*spontaneous potential*) terjadi di bawah permukaan bumi yang disebabkan oleh aktivitas elektrokimia maupun aktivitas mekanik. Faktor yang mengontrol kedua kativitas tersebut adalah air bawah permukaan. Dimana potensial tersebut berhubungan dengan pelapukan dari tubuh mineral sulfida,

keterdapatn mineral dari berbagai macam batuan di kontak geologi, aktivitas bioelektrik dari material organisme, korosi, suhu, dan gradien tekanan dalam fluida bawah permukaan, dan lainnya yang berhubungan dengan alam. Terdapat empat mekanisme yang menghasilkan potensial alam dengan satu mekanisme secara mekanik dan tiga mekanisme secara kimia (Reynold,1997).

Source	Type of anomaly
<i>Mineral potentials</i>	
Sulphide ore bodies (pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite, sphalerite, galena)	Negative $\approx$ hundreds of mV
Graphite ore bodies	
Magnetite + other electronically conducting minerals	
Coal	
Manganese	
Quartz veins	Positive $\approx$ tens of mV
Pegmatites	
<i>Background potentials</i>	
Fluid streaming, geochemical reactions, etc.	Positive +/– negative $\leq 100$ mV
Bioelectric (plants, trees)	Negative, $\leq 300$ mV or so
Groundwater movement	Positive or negative, up to hundreds of mV
Topography	Negative, up to 2 V

Gambar 1 tipe anomaly SP dan geological Source (reynold,1997)

## 2.2 Jenis Potensial Diri

### 2.2.1 Potensial Diri Alam

Aktivitas elektrokimia dan mekanik adalah penyebab dari Potensial Diri (SP) di permukaan bumi. Faktor pengontrol dari semua kejadian ini adalah air tanah. Potensial ini juga berhubungan erat dengan pelapukan yang terjadi pada tubuh mineral, variasi sifat batuan (kandungan mineral), aktivitas biolistrik dari bahan organik, karatan (proses korosi), gradien tekanan, panas dalam permukaan cairan, serta

fenomena lain dari alam yang proses kejadiannya mirip. Prinsip mekanisme yang menghasilkan potensial diri ini adalah proses mekanik serta proses elektrokimia. Pertama adalah proses mekanik yang menghasilkan potensial elektrokinetik atau disebut dengan *streaming potential*. Sedangkan yang lainnya adalah proses elektrokimia, proses ini menghasilkan potensial *liquid junction*, potensial serpih dan potensial mineralisasi.

### 2.2.2. Potensial elektrokinetik

Potensial elektrokinetik (*electrofiltration* atau *streaming* atau *electromechanical potential*) yang bernilai kurang dari 10 mV dibentuk sebagai akibat adanya sebuah elektrolit yang mengalir melalui medium yang berpori atau kapiler. Besarnya resultan beda potensial antara ujung gayanya adalah:

$$E_K = \frac{\varepsilon \xi \delta P \rho}{4 \eta} \quad (2.1)$$

dengan  $\varepsilon$  adalah konstanta dielektrik dari elektrolit (farad/m),  $\rho$  resistivitas dari elektrolit ( $\Omega \cdot m$ ),  $\eta$  viskositas dinamik dari elektrolit (Ns/m<sup>2</sup>),  $\delta P$  perbedaan tekanan (Nm<sup>2</sup>), dan  $\xi$  potensial zeta (potensial yang muncul pada lapisan padat dan cair) (volt).

### 2.2.3 Potensial difusi

Jika konsentrasi elektrolit dalam tanah bervariasi secara lokal, maka perbedaan potensial akan muncul sebagai akibat perbedaan mobilitas anion dan kation dalam larutan yang konsentrasinya berbeda. Potensial ini disebut potensial difusi (*liquid junction* atau *diffusion potential*).

Besarnya potensial ini adalah:

$$E_d = \frac{RT(I_a - I_c)}{nF(I_a + I_c)} \ln(c_1 / c_2) \quad (2.2)$$

dengan  $I_a$  dan  $I_c$  adalah mobilitas anion (+ve) dan kation (-ve),  $R$  konstanta gas (8,314 JK<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>),  $T$  temperatur absolut (K),  $n$  ion valensi,  $F$  konstanta faraday (96487 Cmol<sup>-1</sup>),  $c_1$  dan  $c_2$  konsentrasi larutan (mol).

#### 2.2.4 Potensial *nerst*

Potensial *nerst* (*shale*) terjadi ketika muncul perbedaan potensial antara 2 logam identic yang dicelupkan dalam larutan yang homogen dan konsentrasi larutan masing-masing elektroda berbeda. Besarnya potensial ini diberikan oleh persamaan potensial difusi dengan syarat  
bahwa  $Ia = Ic$

$$E_s = \frac{RT}{nF} \ln(c_1 / c_2) \quad (2.3)$$

Kombinasi antara potensial difusi dan potensial *nerst* disebut potensial elektrokimia atau potensial static.

#### 2.2.5 Potensial mineralisasi

Bila 2 macam logam dimasukkan dalam suatu larutan homogen, maka pada logam tersebut akan timbul beda potensial. Beda potensial ini disebut sebagai potensial kontak elektrolit. Pada daerah yang banyak mengandung mineral, potensial kontak elektrolit dan potensial elektrokimia sering timbul dan dapat diukur dipermukaan dimana mineral itu berada, sehingga dalam hal ini kedua proses timbulnya potensial ini disebut juga dengan potensial mineralisasi. Potensial mineralisasi bernilai kurang dari 100 mV. Elektron ditransfer melalui tubuh mineral dari agen pereduksi di bawah muka air tanah menuju agen pengoksidasi di atas muka air tanah (dekat permukaan). Tubuh mineral sendiri tidak berperan secara langsung dalam reaksi elektrokimia, tetapi bertindak sebagai konduktor untuk mentransfer electron. Jadi prinsip dasarnya adalah potensial mineralisasi timbul jika kondisi lingkungan didukung oleh adanya proses elektrokimia sehingga dapat menimbulkan potensial elektrokimia di bawah permukaan tanah. Pada sedimen air laut mempunyai potensial diri antara -100 mV sampai dengan -200 mV (Reynold,1997).

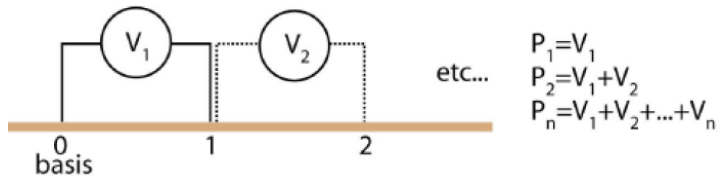
### 2.3 Pengukuran Fixed base

Pada teknik ini, salah satu porouspot diletakkan di luar area pengukuran dan satu porouspot yang lain bergerak di sepanjang titik pengukuran yang telah ditentukan. Hasil yang diperoleh melalui pengukuran dengan teknik fixed base porouspot adalah nilai potensial langsung pada titik pengukuran setelah nilai potensial baseline pada porouspot yang diletakkan di luar area pengukuran ditentukan.



V : raw data

P : real potential values at the basis



*Gambar 2 metode self potential fix base*

## 2.4 Interpretasi Anomali Self-Potential

Anomali SP sering diinterpretasikan secara kualitatif melalui bentuk profil, amplitudo, polaritas, dan pola kontur. Bagian atas dari bijih mineral diasumsikan langsung berada dibawah posisi potensial minimum atau maksimum. Jika sumbu polarisasi yaitu sumbu diantara katoda dan anoda pada bijih mineral adalah miring/ lereng dari garis vertical, bentuk profil akan menjadi asimetrik dengan kemiringan yang curam dan juga positif mengikuti keduanya berada pada sisi bawah.

Kesulitan akan muncul ketika lebih dari dua sifat geologi memberikan pengaruh besar pada anomali SP baik itu kenaikan atau penurunan yang saling melapisi. Anomali melebihi graphitic phyllities memiliki karakter sebagian besar (-740 mV) kurang dari mineral elektrokimia potensial. Anomali kedua (-650mV) telah dihasilkan oleh elektrokinetik potensial yang berhubungan dengan arus air melalui permeabel yang terpisahkan oleh timbunan (conglomerates). Walaupun demikian, jika ukuran yang sama terjadi berbeda dip (penukikannya), resultan anomali dapat digunakan untuk memecahkan persoalan diantara keduanya.

Interpretasi selanjutnya adalah bagaimana memperkirakan bentuk dari bijih besi dibandingkan dengan bentuk geometri yang telah kita ketahui biasanya bentuk bola atau silinder dengan asumsi arah polarisasi tertentu. Pendekatan langsung dilakukan dengan menghitung potensial listrik yang berkaitan dengan model kemudian dibandingkan dengan anomali yang diamati. Dasar teori interpretasi anomali SP secara kuantitatif pada bola yang berpolarisasi disumbangkan oleh Petrovski (1928) dan dikembangkan oleh De Witte (1962) diatas batangan oleh

Stern (1945) dan diatas plat tipis oleh Meiser (1962). Bentuk lain dari model dan metode revisi dari perhitungan telah dikembangkan oleh (e.g Hongisto 1993). Metode selanjutnya disesuaikan sampai dua bentuk anomali tersebut sesuai dengan batas statistik yang telah ditentukan, metode ini bekerja untuk data yang sangat terbatas, jika corak geologi yang ada menyebabkan SP anomali takkan dapat menyesuaikan diri pada bentuk geometri yang diberikan, akan terjadi masalah yaitu semakin rumitnya pengolahan secara matematik dan juga metode numerik sehingga sangatlah diperlukan pengolahan datanya dengan komputer (Fitterman 1979b, Telford, hal.502).

Pendekatan inversi digunakan untuk memanipulasi anomali observasi untuk menghasilkan model. Model tersebut akan digunakan untuk memperkirakan ukuran corak geologi, lebih detail pada investigasi geologis dan geofisika (Sill 1983, Telford, hal. 502). Pendekatannya adalah dengan mengasumsikan bahwa corak geologi menyesuaikan diri dengan bentuk geometri yang diberikan. Untuk kedalaman pada pusat anomali boleh diperkirakan dengan menggunakan teknik half width. Kelemahan metode ini yaitu sering tidak akuratnya kemudian pembatasan dari pendekatan yang terjadi bahwa lebar dari anomali mungkin lebih bersifat mengindikasikan luasnya saja secara fisik bukannya kedalaman bentuk bijih oleh sebab itu perkiraan kedalaman mungkin akan terjadi kesalahan sebanyak banyaknya 100%.

## **2.5 Metode Marquardt**

Metode ini dikembangkan oleh D.W Marquardt atau sering juga disebut metode Levenberg Marquardt adalah salah satu metode didalam pendugaan nonlinier. Metode Marquardt merupakan kompromi atau jalan tengah antara metode linearisasi (atau deret Taylor) dengan metode turunan tercuram (Steepest Descent). Metode Marquardt mengaplikasikan metode iterasi seperti halnya pada metode Gauss Newton yaitu meminimumkan jumlah kuadrat galat, bedanya hanya terletak pada penambahan perkalian scalar  $\lambda$  dan matriks identitas  $I$  (Telford, 1990).

## **2.6 Korosi**

Korosi adalah proses perusakan logam, dimana logam akan mengalami penurunan mutu (*degradation*) karena bereaksi dengan lingkungan baik itu secara kimia atau elektrokimia pada waktu pemakaiannya (Beavers, 2006.). Terkorosinya suatu logam dalam

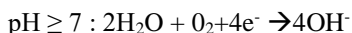
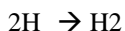
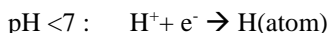
lingkungan elektrolit (air) adalah suatu proses elektrokimia. Proses ini terjadi bila ada reaksi setengah sel yang melepaskan elektron (reaksi oksidasi pada anodik) dan reaksi setengah sel yang menerima elektron tersebut (reaksi reduksi pada katodik). Kedua reaksi ini akan terus berlangsung sampai terjadi kesetimbangan dinamis dimana jumlah elektron yang dilepas sama dengan jumlah elektron yang diterima. Adapun syarat-syarat dimana suatu proses korosi dapat terjadi adalah sebagai berikut:

1. Anoda, tempat terjadinya reaksi oksidasi dimana ion negatif berkumpul. Anoda biasanya terkorosi dengan melepaskan elektron – elektron dari atom-atom logam netral untuk membentuk ion-ion yang bersangkutan. Ion-ion ini mungkin tetap tinggal dalam larutan atau bereaksi membentuk hasil korosi yang tidak larut. Reaksi ini bisa menghalangi pelarutan logam lebih lanjut yang disebut pemasifan dimana reaksi korosi berhenti. Reaksi korosi logam M biasanya dinyatakan dalam persamaan



dengan banyak elektron yang diambil dari masing-masing atom yang ditentukan oleh valensi logam yang bersangkutan. Umumnya  $z = 1, 2$  atau  $3$ .

2. Katoda, tempat terjadinya reaksi reduksi dimana ion positif berkumpul. Pada katoda biasanya tidak mengalami korosi, walaupun demikian mungkin menderita kerusakan dalam kondisi-kondisi tertentu. Dua reaksi penting yang umum terjadi pada katoda, tergantung pH larutan bersangkutan, adalah:



Media elektrolit, sebagai penghantar elektron antara katoda dan anoda. Bersifat menghantarkan listrik. Adanya arus listrik akibat pergerakan elektron.

## 2.7 Korosi dalam Tanah (*Soil Corrosion*)

Beberapa faktor penting yang dapat mempengaruhi laju korosi dari tanah atau peningkatan sifat korosifitas pada tanah, faktor-faktor itu antara lain air, pH tanah, derajat aerasi, resistivitas, potensial redoks dan aktivitas mikrobiologi.

### 2.7.1 Kandungan uap air atau kelembaban (*Moisture*)

Air, dalam bentuk larutan maupun gas merupakan syarat dasar untuk reaksi elektrokimia pada proses korosi, dimana tanah dibedakan menjadi dua daerah yaitu daerah *saturated* dan daerah *unsaturated* yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 Dimana daerah itu mewakili pergerakan air dari daerah yang basah (*saturated*) ke daerah yang kering (*unsaturated*) dengan gaya gravitasi. Walaupun secara teori air selalu bergerak dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah, namun di dalam tanah dapat terjadi sebaliknya. Air yang terdapat pada tanah basah yang berada di bawah dapat bergerak menuju tanah kering yang posisinya di atas tanah basah melalui gaya kapileritas.

Pada daerah *saturated*, aliran air bergantung pada besarnya pori-pori tanah dan penyebarannya, tekstur tanah, struktur tanah, dan kandungan unsur organik dalam tanah tersebut. Pergerakan air dari satu daerah ke daerah lainnya dapat terjadi melalui beberapa cara yaitu dengan gravitasi, gaya kapileritas, tekanan osmosis dan interaksi elektrostatis antar partikel tanah.

Air merupakan elektrolit yang memicu reaksi elektrokimia sehingga menyebabkan korosi. Perbedaan tersebut disebabkan oleh aliran air jenuh dan tidak jenuh pada tanah yang berhubungan dengan pergerakan air dari daerah yang basah menuju daerah yang kering. Kejenuhan air tergantung dari ukuran dan distribusi pori, tekstur, struktur, dan bahan organik.

Korosi pada tanah atau *soil corrosion* adalah jenis korosi *aqueous* dengan mekanisme elektrokimia. Namun kondisi pada tanah dapat menggeser atmosferik menjadi keadaan *immersed* tergantung dari kepadatan tanah dan kadar kristal air (*moisture content*). Walaupun mekanismenya merupakan elektrokimia, banyak karakteristik tanah yang akan meningkatkan korosifitas seperti hujan, iklim maupun reaksi pada tanah tersebut. Pada tanah, air dibutuhkan untuk ionisasi untuk oksidasi pada permukaan logam. Air juga dibutuhkan untuk ionisasi elektrolit tanah, untuk melengkapi sirkulasi aliran arus pada aktivitas korosi.

Dengan demikian, air mempunyai pengaruh dalam terjadinya korosi pada tanah.

Kelembaban tanah sangat penting terhadap mekanisme korosi, contohnya tanah yang mengandung pasir kering akan lebih tahan korosi dibandingkan tanah yang mengandung tanah liat basah. Daerah dengan kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan nilai resistivitas suatu tanah akan menurun sehingga daerah tersebut memiliki tingkat korosi yang tinggi. Hal ini disebabkan uap air adalah salah satu pemicu atau media elektrolit dalam peristiwa korosi (Kiswara,2009).

Tipe Kelembaban tanah antara lain:

1. *Free ground water*

Air berada pada kedalaman tertentu, bervariasi dari beberapa meter hingga ratusan meter tergantung pembentukan geologi. Hanya sebagian kecil logam yang digunakan pada kondisi bawah tanah (*underground*) digunakan pada kondisi lingkungan air. Korosi pada kondisi ini adalah korosi lingkungan *aqueous*.

2. *Gravitational water*

Air masuk ke dalam tanah melalui permukaan dari hujan atau sumber lain bergerak ke bawah. Air gravitasi ini akan mengalir dengan kecepatan tertentu dipengaruhi struktur fisik meliputi pori-pori tanah pada berbagai daerah. Pada umumnya, air gravitasi ini tersaring dengan cepat hingga ke tingkat air tanah permanen.

3. *Capillary water*

Kebanyakan tanah terdiri dari beberapa jumlah air pada ruang kapiler pada partikel lumpur dan tanah liat. Jumlah aktual air tersebut dipengaruhi jenis tanah dan kondisi cuaca. Kelembaban kapiler tersebut merupakan penyimpanan air pada tanah yang akan di kirim kepada binatang maupun tumbuhan yang hidup di alamnya.

## **2.8 Korosivitas Tanah berdasarkan native potensial dan resistivitas**

Berikut ini merupakan nilai korosivitas tanah berdasarkan nilai native potensial dan nilai resistivitas (Steel pipe Native Potentials in Soil Affect CP Criteria, March 2012)

*Tabel 2 1 Nilai korosivitas tanah berdasarkan Native Potential*

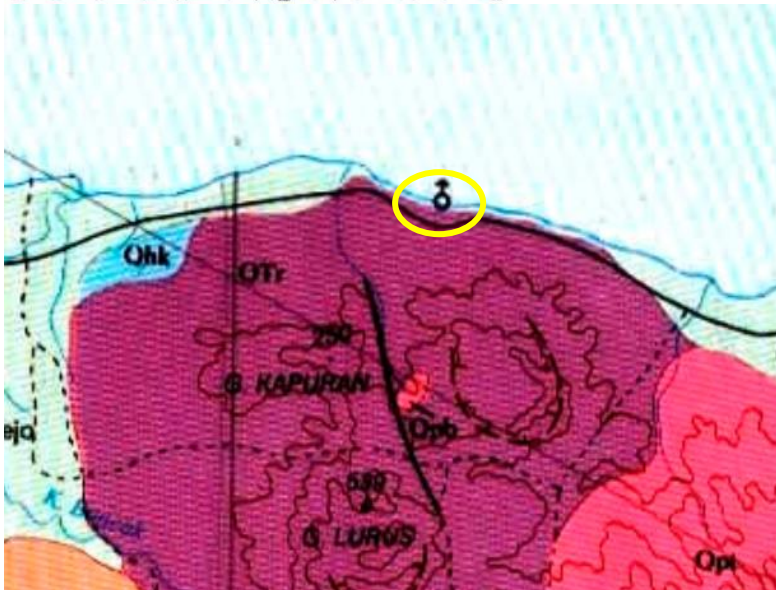
<b>Tingkat Korosivitas</b>	<b>Native Potensial (mV)</b>	<b>Resistivity (ohm.cm)</b>
Non Corrosive	>-400	>100
Slight	-400 to -500	10 to 100
Moderate	-500 to -600	1 to 10
Severe	< -600	0 to 1

## **2.9. Kondisi Geologi Regional Lembar Besuki**

Berikut ini merupakan stratigrafi regional lembar besuki menurut Pendowo.,1997.

### **2.9.1 Stratigrafi Regional Lembar Besuki**

Batuan tertua yang tersingkap di lembar Besuki adalah formasi Menuran yang berumur Miosen Akhir-Pliosen, terdiri dari klastika gampingan bersisipan tufa yang mengandung zirkon. Secara jejak-belah zirkon tersebut berumur 7,26 juta tahun atau Miosen Akhir. Batugamping dibagian atas satuan dikelompokkan menjadi anggota pacalan formasi Menuran. Runtunan batuan Neogen tersebut tertindih selaras oleh formasi Leprak yang juga merupakan himpunan batuan klastika gampingan dan klastika gunungapi berumur Pliosen Akhir. Kelompok batuan gunungapi yang secara stratigrafi lebih muda berumur Pliosen Akhir-Holosen adalah batuan gunungapi Ringgit, batuan gunungapi Argopuro, batuan gunungapi Raung Muda, batuan gunungapi Ijen Tua dan endapan lahar Raung Tua. Batuan gunungapi leusitan gunung Ringgit secara K-Ar diciri berumur 2 juta tahun atau Pliosen Akhir, ditindih tak selaras oleh batuan gunungapi Argopuro dan batuan gunungapi Ijen Tua yang bersusunan andesit-basal dan berumur Plistosen. Batuan terobosan Plistosen berupa diorit, basal, leusitit dan trakit sebagai retas dan leleran lava terutama mempengaruhi batuan gunungapi yang berumur hingga permulaan Kuarter. Batuan gunungapi Raung Muda dan endapan lahar Raung Tua menindih satuan yang lebih tua. Batugamping koral dan aluvial merupakan satuan termuda di lembar ini.



13

Pada daerah penelitian termasuk dalam formasi batuan gunung api ringgit (QTr) yang tersusun atas lava, breksi gunungapi dan tufa bersisipan batupasir tufaan. Lava berwarna hitam atau kelabu kehitaman, bersusunan basal, andesit piroksin, basal leusit dan andesit hornblende. Lava basal berhablur halus sebagian berstruktur melembar dan setempat dijumpai retas basal pada breksi gunungapi. Sentuhannya dengan tufa menampakkan gejala backing effect sehingga tufanya berwarna merah bata, keras dan tersilisifikasi. Lava basal di gunung Ringgit mengandung leusit yang sangat halus, sedangkan di gunung Lurus basalnya yang berstruktur porfiri mengandung fenokris leusit dan piroksin. Lava andesit piroksin berwarna kelabu muda-tua, sebagian berstruktur porfiri dan fenokris piroksin. Setempat andesit piroksin merupakan retas pada breksi gunungapi atau sebagai komponen pada klastika kasar gunungapi. Leleran lava andesit hornblende di gunung Lurus menindih lava basal leusit. Breksi gunungapi berwarna kelabu tua hingga kehitaman disusun oleh komponen basal, basal leusit, andesit piroksin dan andesit hornblende berukuran kerakal hingga bongkah, didalam matriks batupasir tufaan kasar hingga sangat kasar dan bersifat konglomeratan. Litologi ini tersingkap baik di Alaspinang, Jerukan dan menerus ke timur atau tenggara hingga Situbondo. Tebalnya berkisar antara 40-200 cm. Berdasarkan analisa K-Ar batuan gunungapi bersusunan alkali-potash dan potash-tinggi ini oleh Soeria Atmadja, dkk dicirikan berumur 2 juta tahun atau Pliosen Akhir. Satuan ini menindih selaras formasi Leprak dan tersingkap setebal lebih dari 500 meter.

## **2.10 Pasang-surut air laut pada daerah Pasuruan dan sekitarnya.**

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut yang terjadi karena adanya gaya tarik benda – benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari.

Menurut Dronkers, 1964 pasang surut dapat dibagi menjadi 3 tipe, yaitu :

### **1. Pasang Surut Diurnal**

Jenis pasang surut apabila dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Jenis ini biasa terjadi di laut sekitar khatulistiwa.



Berdasarkan Wyrkty, 1961 di Indonesia tipe ini terjadi di Selat Karimata.

2. Pasang Surut Semi Diurnal

Jenis pasang surut apabila dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama. Berdasarkan Wyrkty, 1961 di Indonesia tipe ini terjadi di Selat Malaka hingga Laut Andaman.

3. Pasang Surut Campuran

Merupakan jenis pasang surut gabungan dari tipe 1 dan tipe 2, tipe ini terjadi apabila bulan melintasi khatulistiwa (deklinasi kecil), sehingga pasang surutnya bertipe semi diurnal, dan apabila deklinasi bulan mendekati maksimum, terbentuk pasang surut diurnal. Berdasarkan Wyrkty, 1961 di Indonesia tipe ini terjadi di Pantai Selatan Kalimantan, Pantai Utara Jawa, Pantai Selatan Jawa dan Indonesia Bagian Timur.

Dikarenakan selalu terjadi perubahan muka air laut yang terjadi karena pasang surut, maka diperlukan elevasi yang disamakan berdasarkan data pasang surut sebagai acuan dalam perhitungan maupun perencanaan sesuatu. Berikut adalah beberapa elevasi baku yang digunakan

1. Muka air tinggi (high water level,HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (low water level, LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (mean high water level, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (mean low water level, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (mean sea level, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tinggi tertinggi (highest gigh water level, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air rendah terendah (lowest low water level, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Data pasang surut didapatkan dari pengunduhan data sekunder dari Website untuk Pulau Karangmas dan Pasuruan yang keduanya terletak pada Selat Madura. Data yang diunduh merupakan data dari alat pemantau pada Pulau Karangmas dan Pasuruan dikarenakan pada daerah PAITON tidak terdapat alat pemantau pasang surut. Data yang didapatkan berupa data waktu dan ketinggian pasang surut dan koefisien pasang surut. Untuk tujuan analisis data ini digunakan data waktu dan ketinggian pasang surut saja.

Berdasarkan Dronkers, 1964 dan data yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa pada daerah penelitian memiliki tipe pasang surut campuran. Dikarenakan terjadi pasang surut diurnal dan pasang surut semi-diurnal yang terlihat pada tabel , terdapat beberapa tanggal yang memiliki 2 “pasang” yang menunjukkan tipe pasang surut diurnal dan memiliki 4 “pasang” yang menunjukkan tipe pasang surut semi-diurnal. Dari tabel 2.2 dan tabel 2.3 terdapat data berupa tanggal perekaman dari tanggal 3-16 Mei 2017 dan waktu perekaman yang dibagi menjadi 4 pasang, pasang 1 pada rentang waktu tengah malam, pasang 2 pada rentang waktu tengah malam-pagi, pasang 3 pada rentang waktu pagi-sore dan pasang 4 pada rentang waktu sore sampai malam.

*Tabel 2 2. Data pasang surut Pasuruan, Selat Madura*

Mei	Pasang Surut (m)			
	Pasang 1	Pasang 2	Pasang 3	Pasang 4
3	1.9	1.4	2.5	0.6
4	1.9	1.5	2.3	
5	0.7	2	1.4	2.3
6	0.7	2.1	1.3	2.2
7	0.8	2.2	1.1	2.1
8	0.8	2.3	0.9	2.1
9	0.9	2.4	0.8	2.1
10	0.9	2.5	0.7	2.1

11	1	2.6	0.6	
12	2	1	2.6	0.6
13	2	1.1	2.7	0.6
14	1.9	1.2	2.7	0.6
15	1.9	1.3	2.6	0.7
16	1.8	1.3	2.6	0.7

Dari tabel 2.2 dengan melakukan pengolahan menggunakan *Microsoft Office Excel* didapatkan data Muka Air Tinggi/ HWL sebesar 2.7 m sedangkan Muka Air Rencah/ LWL adalah 0.6 m. Sehingga untuk data pasang surut pasuruan memiliki tingi pasang surut sebesar 2.1 m pada tanggal 3-16 Mei 2017. Dari data yang diunduh juga terdapat data Muka Air tertinggi/ HHWL yaitu 3.2 m dan Muka Air Terrendah/ LLWL yaitu 0 m.

*Tabel 2 3. Data pasang surut Pulau Karangmas, Selat Madura*

Mei	Pasang Surut (m)			
	Pasang 1	Pasang 2	Pasang 3	Pasang 4
3			1.5	0.3
4			1.4	0.4
5			1.3	
6	0.5	1.1	0.9	1.2
7	0.5	1.1	0.8	1.2
8	0.6	1.2	0.7	1.1
9	0.7	1.3	0.6	1.1
10	0.7	1.4	0.5	1
11	0.7	1.5	0.4	1

12	0.8	1.5	0.4	
13	1	0.8	1.5	0.4
14	0.9	0.8	1.6	0.3
15			1.6	0.4
16			1.5	0.4

Dari tabel 2.3 dengan melakukan pengolahan menggunakan *Microsoft Office Excel* didapatkan data Muka Air Tinggi/ HWL sebesar 1.6 m sedangkan Muka Air Rendah/ LWL adalah 0.3 m. Sehingga untuk data pasang surut Pulau Karangmas memiliki tinggi pasang surut sebesar 1.3 m pada tanggal 3-16 Mei 2017. Dari data yang diunduh juga terdapat data Muka Air tertinggi/ HHWL yaitu 2.1 m dan Muka Air Terendah/ LLWL yaitu -0.1 m.

Dari tabel 2.2 dan tabel 2.3 didapatkan bahwa pada daerah Pasuruan memiliki tingkat pasang surut yang lebih besar daripada yang terdapat pada Pulau Karangmas, selain HWL yang lebih besar di Pasuruan, HHWL yang terjadi di Pasuruan juga lebih besar daripada Pulau Karangmas.

Sebagai koreksi keakuratan pengukuran *Self Potential* berdasarkan pasang surut, dilakukan rerataan dari tabel 2.2 dan tabel 2.3 serta HHWL dan LLWL pada Pasuruan dan Pulau Karangmas untuk mendapatkan koreksi di Paiton. Sehingga setelah dilakukan pengolahan, didapatkan data LLWL sebesar -0.05 MSL dan HHWL sebesar 2.65 MSL. Dari rerataan data pasang surut yang ada didapatkan koreksi/ keakuratan berdasarkan pasang surut adalah sebesar  $\pm 1.287$  m selama tanggal 3-16 Mei 2017 dan dari rerataan HHWL dan LLWL didapatkan zona pasang surut yaitu sebesar 2.65 m yang dapat digunakan dalam interpretasi data *Self Potential*.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1. Peralatan Penelitian**

Pada penelitian tugas akhir ini, diperlukan peralatan yang digunakan saat pengukuran maupun studi pendahuluan. Adapun peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### **3.1.1. Pengukuran lapangan**

- Meteran
- GPS
- Porous pot
- Kabel
- Multimeter
- Payung
- Sekop

#### **3.2.2. Pengukuran skala lab**

Pengambilan data self potential menggunakan porouspot yang dibuat sendiri oleh peneliti dengan tingkat efektivitas yang sudah diperhatikan, untuk mengetahui respon efektivitas porouspot dilakukan percobaan skala lab dengan membandingkan porouspot yang terbuat dari bahan yang berbeda, dalam hal ini menggunakan bahan gypsum dan semen putih.

*Tabel 3 1 Alat dan bahan pada pengukuran skala lab*

<b>No.</b>	<b>Alat dan Bahan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Keterangan</b>
1	Gypsum	500 gr	
2	Semen Putih	500 gr	
3	Larutan CuSO <sub>4</sub>	200 ml	
4	Kawat tembaga	1 m	5 cm x 6 cm
5	Pipa PVC	2 buah	Diameter 2.54 cm, panjang 10 cm
6	Multimeter	1 buah	

9	Gelas ukur	1 buah	
---	------------	--------	--

Pengukuran self potential skala lab ini dilakukan di akuarium yang telah disiapkan sebelumnya. Dengan menggunakan spasi 5 cm untuk setiap perpindahan porouspot.

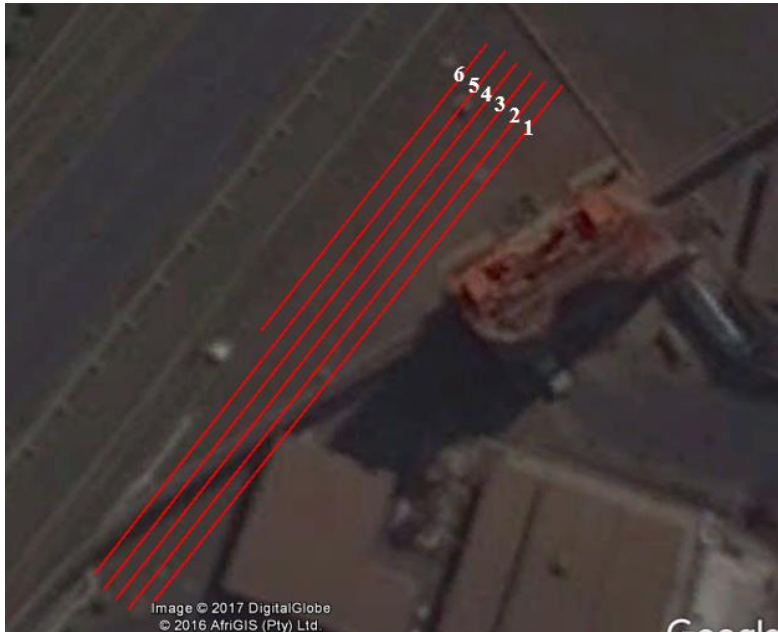
Dari 2 porouspot dengan bahan yang berbeda diperoleh data yang berbeda pula. Perbedaan yang paling mencolok dari penggunaan porouspot yang berbeda ialah waktu kalibrasi. Porouspot dengan bahan gypsum lebih cepat terkalibrasi disbanding dengan bahan semen putih dan data yang diperoleh dengan menggunakan porouspot berbahan gypsum lebih teratur dan stabil.

### **3.2. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian tugas akhir ini dilakukan pada tanggal 02 sampai 17 Mei 2017. Tempat akuisisi data *Self Potensial* berada di unit 7 dan unit 8 yang berada dibawah kendali PT. IPMOMI pada lokasi PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo. Lintasan yang digunakan sebanyak 6 lintasan dengan jarak antar lintasan sebesar 3 meter. Berikut adalah peta daerah penelitian :



*Gambar 4 Letak lokasi pengambilan data terhadap garis pantai*



*Gambar 5 Desain akuisisi pada pada daerah PT. IPMOMI*

*Tabel 3 2 Lintasan pengukuran lapangan*

Lintasan	Longitude	Lattitude	Panjang (m)	Spasi (m)
1	784379- 784404	9146629- 9146654	75	3
2	784392- 784417	9146611- 9146636	75	3
3	784387- 784411	9146610- 9146634	75	3
4	784384- 784387	9146606- 9146601	72	3
5	784388- 784411	9146602- 9146625	72	3
6	784379- 784394	9146629- 9146644	45	3

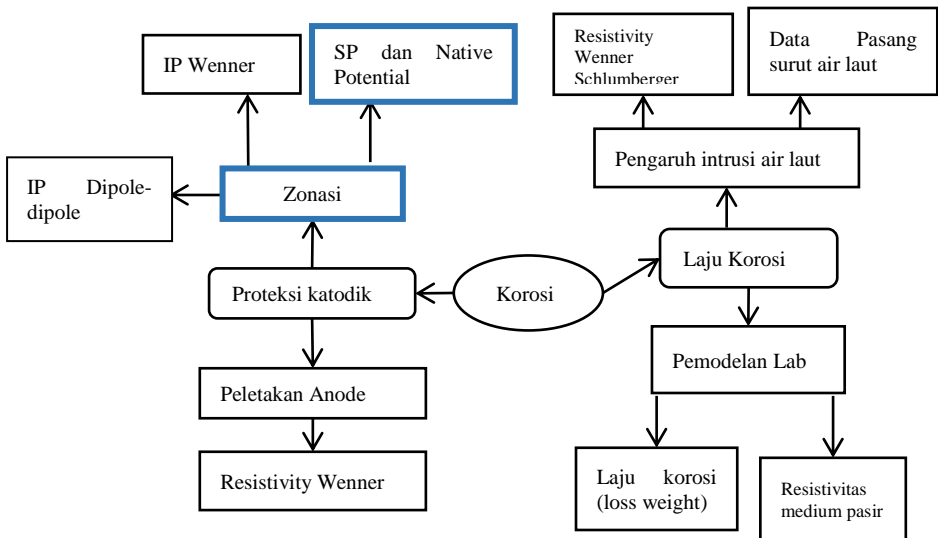


Total lintasan yang digunakan sebanyak 6 lintasan dengan panjang yang berbeda (lihat tabel 3.2) lokasi lintasan pengukuran berada dibawah fly ash Silo di *system A* unit 7 dan 8 PT.IPMOMI. elevasi daerah pengukuran berada pada 4.5 mdpl dan kedalamannya pipa berada pada 3 meter dibawah permukaan tanah. Karena pipa telah terproteksi katodik maka pada saat pengukuran system proteksi dimatikan agar tidak mempengaruhi proses pengukuran. Tanah pada lokasi pengukuran berupa tanah urukan yang diambil dari sisi selatan lokasi penelitian yaitu pada daerah pegunungan ringgit dan berupa kerikil sehingga cukup menyulitkan peneliti pada saat penanaman porouspot.

### 3.3. Alur penelitian

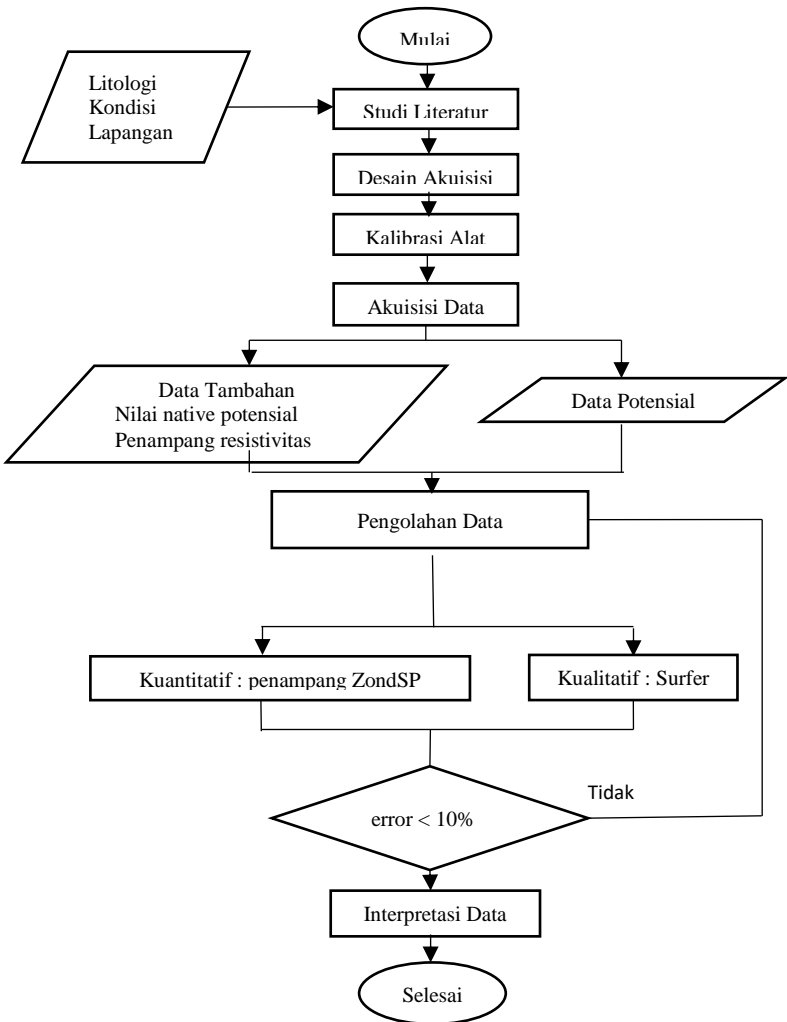
Alur penelitian dari pelaksanaan tugas akhir ini ialah sebagai berikut, pelaksanaan penelitian berada pada kotak berwarna biru:

Tabel 3 3 Roadmap Penelitian



Keseluruhan penelitian dilakukan secara kelompok dengan menggunakan metode yang berbeda. Akan tetapi fokus pada penelitian kali ini ialah pada zonasi menggunakan *self potential* dan *native potential*.

Berikut ini diagram alir penelitian zonasi korosivitas tanah dengan metode *self potential*.  
Tabel 3 4 Diagram alir penelitian



Studi literatur berupa litologi daerah penelitian dan kondisi lapangan (dalam hal ini berupa pesisir) digunakan sebagai referensi awal sebelum penentuan desain akuisisi. Sebelum pengambilan data dilakukan kalibrasi alat porouspot dengan menyambungkan 2 porouspot menggunakan multimeter, alat akan dikatakan terkalibrasi dengan baik jika nilai potensial yang terbaca sebesar  $<4$  mV. Selanjutnya dilakukan akuisisi dengan lintasan yang sudah disebutkan tadi (lihat tabel 3.2). pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada hari pertama dan hari ke 14. Setelah diperoleh data potensial dari hasil pengukuran kemudian digunakan beberapa data tambahan yaitu data *native potential* dan penampang resistivitas. Data native potensial ini didapat dari pengukuran *native potential* di lokasi yang sama, pengambilan data native ini menggunakan prinsip *pipe to soil*. Data potensial yang didapatkan kemudian diolah menggunakan ZondSP dan Surfer, jika nilai error sudah mencapai nilai  $<10\%$  maka bisa dilakukan proses interpretasi sehingga didapatkan hasil dari penelitian.

### **3.4. Pengolahan data**

#### **3.4.1. Pengolahan data menggunakan ZondSP**

Proses pertama dalam pengolahan menggunakan software ZondSp ini ialah dengan menyiapkan terlebih dahulu file input yang akan digunakan. File input ini berupa file .SP2 yang didalamnya berisi informasi titik pengukuran dan nilai potensial

P1	P2	du
0	3	52.1
3	6	40.1
6	9	12.1
9	12	-5
12	15	-1.7
15	18	-6
18	21	-2.4
21	24	38.2
24	27	93.1
27	30	83.5
30	33	71.8
33	36	83.6
36	39	88.5
39	42	134.5
42	45	152.6
45	48	151.8
48	51	150.8
51	54	128.4
54	57	125.1

*Gambar 4. 1 Format penulisan file input .SP2*

Dengan ketentuan

P1 : titik awal porouspot 1

P2 : titik awal porouspot 2

du : nilai potensial yang terekam

Selanjutnya file .SP2 dibuka menggunakan software ZondSP dan menampilkan penampang pengukuran dengan nilai RMS masih 100%. Kemudian dilakukan beberapa pengaturan dengan mengatur kontras warna pada blok editor sesuai skala pengukuran. Pengaturan ini dilakukan untuk merubah grafik sampai mendekati grafik yang sebenarnya yang ditandai dengan nilai RMS 100% menjadi RMS <4%. Selanjutnya dilakukan iterasi menggunakan Marquardt (dalam hal ini bisa memilih beberapa iterasi, pilih yang paling mendekati model sebenarnya) dengan jumlah iterasi 77. Setelah didapatkan RMS <4% maka penampang bisa digunakan untuk selanjutnya di interpretasi.

#### 3.4.1. Pengolahan data menggunakan Surfer

Pengolahan menggunakan surfer bertujuan untuk memberikan informasi penampang secara horizontal dengan menggunakan input koordinat titik pengukuran dan nilai potensial hasil pengukuran.

File input software surfer berupa excel yang kemudian diubah menjadi format .grd, file .grd inilah yang menjadi penampang saat dibuka pada software surfer.

### 3.5. Uji Korelasi

Korelasi adalah istilah statistik yang menyatakan derajat hubungan linear antara dua variabel atau lebih, yang ditemukan oleh Karl Pearson pada awal 1900. Oleh sebab itu terkenal dengan sebutan Korelasi Pearson Product Moment (PPM). Korelasi Pearson Product Moment (PPM) sering disingkat Korelasi merupakan salah satu teknik analisis statistik yang paling banyak digunakan oleh para peneliti. Karena peneliti umumnya tertarik terhadap peristiwa-peristiwa yang terjadi dan mencoba untuk menghubungkannya. Besarnya angka korelasi disebut koefisien korelasi dinyatakan dengan lambang  $r$ .

Hubungan antara dua variabel di dalam teknik korelasi bukanlah dalam arti hubungan sebab akibat (timbal balik), melainkan hanya merupakan hubungan searah saja. Akibatnya, dalam korelasi dikenal penyebab dan akibatnya. Data penyebab atau yang mempengaruhi disebut variabel bebas (independent) dan data akibat atau yang dipengaruhi disebut variabel terikat (dependent). Variabel bebas (independent) dilambangkan dengan huruf  $X$  atau  $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$  (tergantung banyaknya variabel bebas). Variabel terikat (dependent) dilambangkan dengan huruf  $Y$ .

#### 3.5.1 Kegunaan Korelasi Pearson Product Moment (PPM)

Adapun kegunaan dari korelasi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan yang signifikan antara variabel satu dengan yang lainnya.
2. Untuk menyatakan besarnya sumbangan variabel satu terhadap yang lainnya yang dinyatakan dalam persen. Dengan demikian, maka  $r^2$  disebut koefisien determinasi atau koefisien penentu. Hal ini disebabkan  $r^2 \times 100\%$  terjadi dalam variabel terikat  $Y$  yang mana ditentukan oleh variabel  $X$ .

### 3.5.2 Pola atau Bentuk Hubungan antara 2 Variabel

Korelasi yang terjadi antara dua variabel adalah sebagai berikut:

1. Korelasi Linear Positif (+1) Perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang sama. Jika nilai variabel X mengalami kenaikan, maka variabel Y akan ikut naik. Jika nilai variabel X mengalami penurunan, maka variabel Y akan ikut turun. Apabila nilai koefisien korelasi mendekati +1 (positif satu) berarti pasangan data variabel X dan variabel Y memiliki korelasi linear positif yang kuat/erat/sempurna.
2. Korelasi Linear Negatif (-1) Perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang berlawanan. Jika nilai variabel X mengalami kenaikan, maka variabel Y akan turun. Jika Nilai variabel X mengalami penurunan, maka nilai variabel Y akan naik. Apabila nilai koefisien korelasi mendekati -1 (negatif Satu) maka hal ini menunjukkan pasangan data variabel X dan variabel Y memiliki korelasi linear negatif yang kuat/erat/sempurna.
3. Tidak Berkorelasi (0) Kenaikan nilai variabel yang satunya bisa diikuti dengan penurunan variabel lainnya atau kadang-kadang diikuti dengan kenaikan variabel yang lainnya. Arah hubungannya tidak teratur, bisa searah atau pun berlawanan. Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati 0 (Nol) berarti pasangan data variabel X dan variabel Y memiliki korelasi yang sangat lemah atau berkemungkinan tidak berkorelasi (Usman, 2000).

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil pengukuran *Self-potensial* pada daerah penelitian. Pengukuran dilakukan sebanyak 2kali yaitu pada hari pertama dalam rangkaian pengukuran tugas akhir pada tanggal 4 Mei 2016 dan data kedua diambil pada hari terakhir rangkaian pengambilan data tugas akhir yaitu tanggal 15 Mei 2017. Hal ini dilakukan guna mendapatkan perbandingan variasi waktu. Lokasi penelitian terletak pada lahan kosong yang bertempat di Plan unit 7 dan 8 PLTU Paiton, tanah yang diukur berupa urukan gravel dengan elevasi 4.5 meter diatas permukaan laut yang diambil dari pegunungan daerah selatan dari lokasi penelitian. Pada penelitian ini juga diambil data *Native potential* yang nantinya akan dikorelasikan dengan nilai *Self potensial* guna mendapatkan nilai korosivitas tanah.

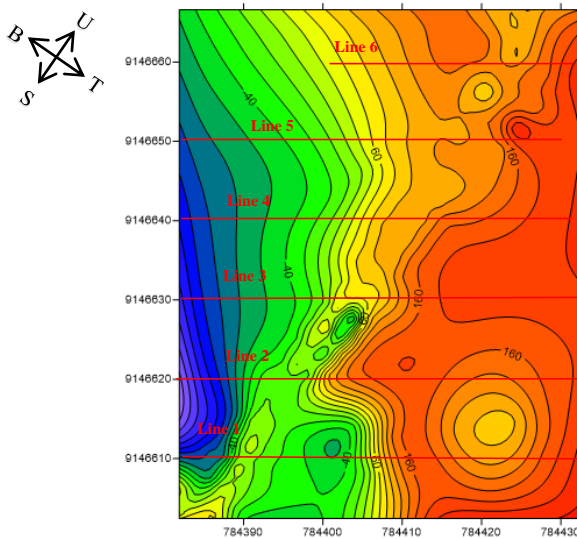
Data self potensial yang telah didapatkan kemudian diolah menggunakan software Surfer 11 dan ZondSP. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan penampang *Isopotensial* dan model bawah permukaan *Self potensial*. Metode inversi yang dipakai ialah metode Marquardt yang merupakan fitur dalam software ZondSP. Dilakukannya inversi ini bertujuan untuk mempermudah dalam proses pengolahan dan untuk mendapatkan pendugaan model yang mendekati model sebenarnya.

#### **4.1 Analisis penampang *Self-Potensial* hari-1 (3 Mei 2017)**

Pengukuran SP pertama memiliki 125 titik pengukuran dengan jumlah 6 lintasan, spasi titik pengukuran pada tiap lintasan yaitu 3 meter dan jarak antar lintasan sebesar 3 meter. Dan dengan nilai kalibrasi alat sebesar 1.1 mV, base pengukuran berada disisi selatan yaitu sejauh 3 meter dari titik pertama pengukuran. Pada setiap lintasan digunakan base yang berbeda pula.

Pada penampang 1D dari hasil pengolahan surfer diketahui sebaran nilai potensial yang semakin tinggi hingga  $\geq 100$  mV pada daerah utara (menjauhi base), nilai potensial yang tinggi mengindikasikan background potensialnya berupa kandungan air tanah, akan tetapi karena geologi daerah penelitian berupa tanah urukan yang awalnya berupa laut, maka diindikasikan kandungan air tanahnya berupa intrusi dari air laut. Nilai potensial negative atau  $< 100$  mV pada daerah selatan mengindikasikan

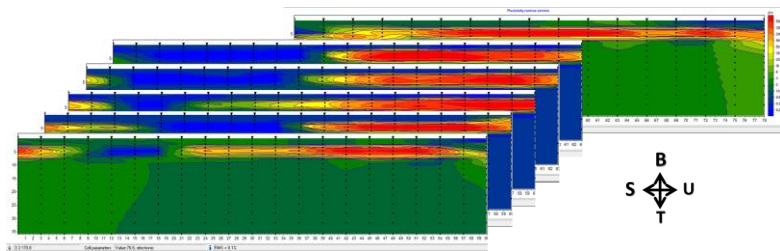
adanya arus fluida dibawah permukaan yang dimungkinkan juga berasal dari intrusi air laut.



*Gambar 6 Penampang Self Potensial pertama (Selatan-Utara)*

Selain pengolahan penampang menggunakan surfer dilakukan juga modelling 2D menggunakan ZondSP. Pada software zondSP ini dibuat model tebakan terhadap kedalaman anomali, suatu model bisa dikatakan benar/mendekati sebenarnya jika grafik hasil pemodelan mendekati grafik hasil pengamatan yang ditandai dengan nilai RMS error yang kurang dari  $\leq 10$ . Pada hasil pengolahan menggunakan ZondSP diperoleh model dengan nilai rms error dibawah 5.



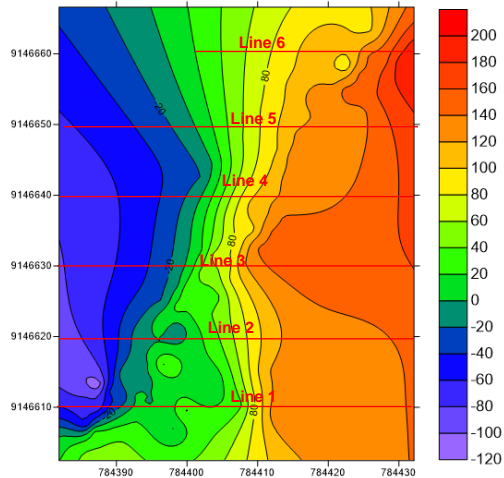


Gambar 7 Penampang *self-potential* hari pertama

Gambar 6 diatas merupakan model hasil pengolahan ZondSP dengan urutan lintasan 1 berada diposisi paling depan kemudian lintasan 2 dan seterusnya. Dari 6 penampang bisa dilihat beberapa kesamaan, anomali terlihat dikedalaman 2-5 meter dibawah permukaan tanah dengan variasi nilai yang berbeda. Pada sisi selatan, yaitu 1-6 meter (0 meter = base) nilai potensialnya relatif sedang yaitu 30-300 mV. Sedangkan pada jarak 7-24 meter nilai potensial relative rendah yaitu 0.2-10 mV. Dan pada sisi utara yaitu pada jarak 25-78 meter memiliki nilai potensial yang tinggi yaitu 30 sampai 500 mV (lihat gambar 6).

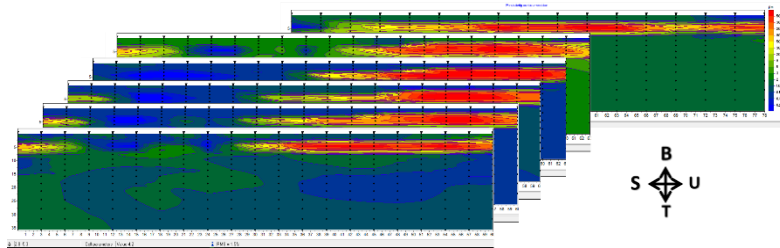
#### 4.2 Analisis Self-Potensial hari-13 (15 Mei 2017)

Pada pengambilan data kedua di lokasi dan titik yang sama diperoleh data *self potensial* yang selanjutnya diolah dan dihasilkan penampang 2D seperti gambar 4.8 Pada data kedua ini tidak tampak perubahan yang cukup signifikan, range nilai potensial yang didapatkan relative sama dengan data yang diambil pada hari pertama. Hanya sedikit perbedaan nilai potensial disebabkan oleh hujan yang turun saat malam sebelum pengukuran.



*Gambar 8 Penampang Self Potensial Kedua*

Dari gambar 7 dapat dilihat sebaran nilai potensial yang rendah (-120mV sampai -40mV) pada sisi selatan dan semakin naik pada sisi tengah lintasan dengan range -20mV sampai 80mV dan terus naik hingga sisi utara dengan nilai mencapai 200mV.



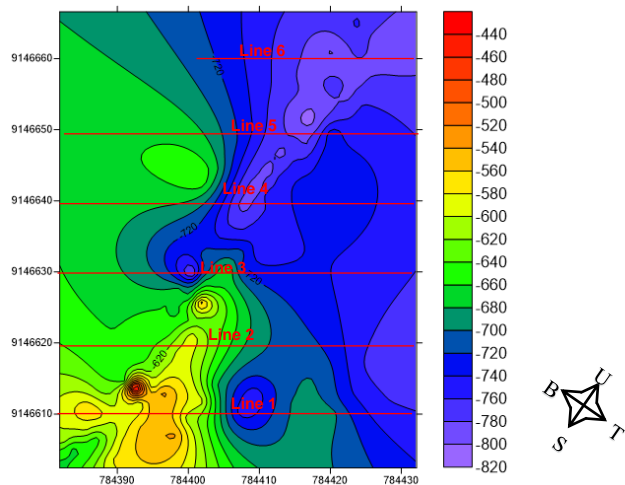
*Gambar 9 Penampang self-potensial kedua*

Penampang hasil zondSP untuk data kedua ditunjukkan oleh gambar 10. Variasi nilai potensial bisa dibagi menjadi 2 bagian yaitu nilai tinggi dan sangat tinggi. Nilai potensial tinggi berada pada sisi selatan di 1 meter pertama hingga jarak 31 meter dengan range nilai 0.2 hingga 9 mV. Dan nilai potensial paling tinggi berada disisi utara lokasi penelitian

yaitu pada jarak 32-75 meter dengan range nilai potensial sebesar 10 sampai 500 mV.

#### 4.3 Analisis *Native Potensial*

Setelah dilakukan pengukuran *self potential* kemudian dilakukan pengambilan data *native potential* dengan menggunakan prinsip pipe to soil. Nilai *native potential* inilah yang nantinya akan dikorelasi terhadap nilai *self potential* sehingga didapatkan range nilai korosivitas tanah terhadap *self potential*.



Gambar 10 Penampang *Native Potensial*

Pada penampang 2D *native potential* diatas dapat diketahui sebaran *native potential* dengan range -600 hingga -820 berada pada sisi utara yang mengindikasi tingkat korosivitas sangat tinggi berbahaya (severe) yaitu  $< -600$  mV. Sedangkan pada sisi tengah penampang nilai *native potential* berkisar antara -680 hingga -620 yang berarti sangat korosif. Dan pada sisi selatan penampang menunjukkan nilai -600 hingga -480 yang menunjukkan tanah tersebut bersifat korosif sedang.

#### 4.4 Korelasi *Self Potensial* terhadap *Native potensial*

Nilai *self potensial* yang didapatkan kemudian dikorelasikan dengan nilai *native potensial* guna mendapatkan range korosivitas tanah yang selanjutnya digunakan untuk menentukan zona korosivitas. Pada tahap korelasi ini digunakan analisis korelasi dengan perhitungan koefisien korelasi (R) berdasarkan sekumpulan data (X,Y) dimana X dan Y merupakan variable yang akan dikorelasikan. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan koefisien korelasi antara 2 variabel sehingga bisa diketahui kuat hubungan antara variable X,Y tadi. Pada penelitian kali ini, variable X berupa data *native potensial* dan variable Y berupa data *self potensial*. Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan nilai koefisien korelasi antara X dan Y sebesar 0.8

Untuk menentukan kuat hubungan antara 2 variabel tadi ketentuannya adalah :

- Angka 0 menunjukkan tidak ada hubungan
- Angka satu menunjukkan hubungan yang sempurna

Sehingga jika nilai koefisien korelasi yang didapatkan sebesar 0.8 maka hubungan antara *native potensial* dan *self potensial* sangat kuat.

#### 4.5 Pembahasan *Self potensial* data pertama dan kedua dan *native potensial*

Dari analisa data dapat diketahui terdapat 2 pembagian daerah dengan nilai potensial yang berbeda secara lateral pada kedalaman 2-5 meter dibawah permukaan tanah.

Tabel 4 1. Tingkat *potensial* data pertama dan kedua

Tingkat potensial	Nilai Potensial		Jarak
	Data pertama	Data kedua	
Sedang	-120 sampai 40	-120 sampai 40	1-31m
Sangat tinggi	40 sampai 220	40 sampai 200	32-75m

Perbedaan tingkat potensial ini diindikasi dipengaruhi oleh kandungan air laut dibawah permukaan tanah, berdasarkan

Taufiqurrohman, 2017. Table praduga interface air laut (taufiqurrohman, 2017) ialah sebagai berikut:

*Tabel 4 2. Dugaan Interface air laut*

No Lintasan	Jarak Dalam Lintasan (m)	Kedalaman (MSL)	Keterangan
1	0 – 45	-2 sampai 0	<i>Interface</i>
	45 – 70	0 sampai -4.5	
	0 – 45	-1 sampai 1.5	Payau
	45 -70	1.5 sampai -4	
2	0 – 70	0 sampai -2	<i>Interface</i>
	0 – 70	2 sampai 0	Payau
3	0 – 34.5	-1 sampai -0.5	<i>Interface</i>
	0 – 34.5	-0.5 sampai 0	Payau
4	0 – 34.5	-0.5 sampai -1.5	<i>Interface</i>
	0 – 34.5	0 sampai -1	Payau

Dugaan mengenai interface air laut ini dilakukan dilokasi yang sama dengan pengambilan data *self potential*. Dari table 4.2 diketahui intrusi air laut berada pada kedalaman hingga 4.5 meter dibawah permukaan tanah. Intrusi air laut mempengaruhi kelembaban tanah sehingga mempengaruhi nilai *self potential* tanah, semakin besar kandungan air dalam tanah maka akan semakin tinggi pula nilai potensial tanah.

Dalam penampang *self potensial* didapat 2 bagian tingkat potensial yang pertama pada sisi selatan lintasan dengan nilai potensial sedang -120 hingga 40 mV pada jarak 1-31 meter dan pada sisi utara dalam jarak 32 sampai 75 meter nilai potensialnya sangat tinggi yaitu 40-220 mV. Perbedaan tingkat potensial ini disebabkan intrusi air laut yang berbeda pada tiap sisi, pada sisi utara berada lebih dekat dengan bibir pantai sehingga tingkat intrusinya paling tinggi dan menyebabkan potensialnya juga tinggi sedangkan pada sisi selatan terletak lebih jauh dari bibir pantai.

Dari hasil analisis *native potential* dan setelah dilakukan korelasi antara hubungan *self potential* dengan *native potential* maka didapatkan angka korelasi sebesar 0.8 yang menandakan korelasi sangat kuat antara keduanya.

*Tabel 4 3. Tingkat Potensial SP terhadap Native Potential*

Tingkat potensial	Nilai Potensial		Native Potential	Jarak
	Data pertama	Data kedua		
Sedang	-120 sampai 40	-120 sampai 40	-440 sampai -640	1-31m
Sangat tinggi	40 sampai 220	40 sampai 200	-640 sampai -820	32-75m

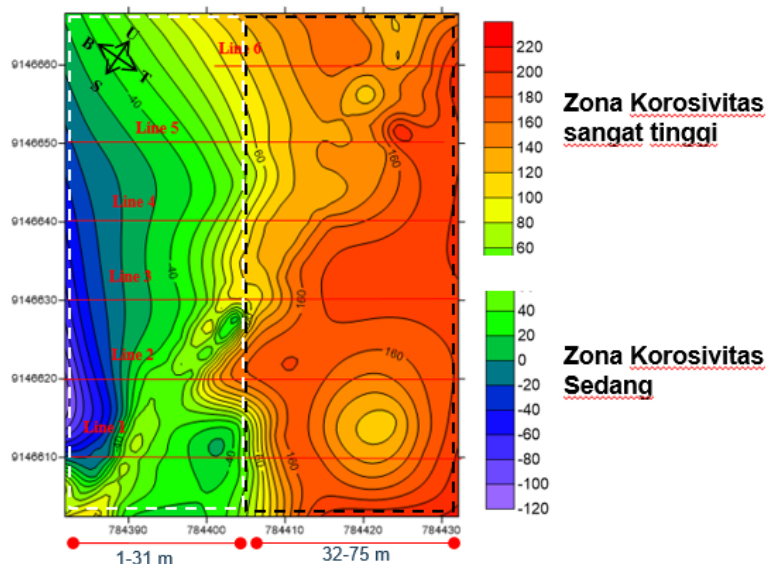
Dengan melihat tabel 4.3 dapat diketahui korelasi antara *self potential* dengan *native potential*, pada tingkat potensial sedang nilai *native potential* menunjukkan angka tidak terlalu rendah yaitu -440 sampai -640 mV dan pada tingkat potensial yang sangat tinggi nilai *native potential* menunjukkan nilai yang sangat rendah yaitu -640 hingga -820 mV. Dari nilai SP dan native dapat diketahui bahwa keduanya berbanding terbalik.

#### 4.6 Zonasi korosivitas tanah

Setelah diketahui penampang *self potential* dan *native potential* serta setelah dilakukan korelasi, maka penentuan korosivitas tanah dapat dilakukan. Dengan melihat acuan pada tabel 2.1 mengenai nilai korosivitas tanah berdasarkan native dan resistivitas

Dari hasil korelasi diketahui semakin rendah nilai *native potential* maka akan semakin tinggi nilai *self potential* sehingga dengan nilai potensial yang semakin tinggi tingkat korosivitas tanah juga semakin tinggi (berbanding lurus) .

Dari hasil korelasi didapatkan penampang zona korosivitas tanah berdasarkan nilai *self potential* secara lateral sebagai berikut:



Gambar 11 Penampang zona korosivitas tanah

Dari penampang diatas dapat diketahui zona korosivitas tinggi terletak di bagian utara pada lintasan pengukuran yaitu pada zona yang tingkat intrusinya tinggi. Tingkat korosivitas tanah semakin melemah pada arah selatan yang memiliki nilai *self potential* rendah.

Tabel 4 4. Tingkat korosivitas tanah berdasarkan nilai *Self Potential* dan *Native Potential*

Tingkat Korosivitas	Nilai Self potential	Native Potential	Jarak
Sedang	-120 sampai 40	-440 sampai -640	1-31m
Sangat tinggi	4 sampai 220	-640 sampai -820	32-75m





## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Respon *Self potential* terhadap korosivitas tanah berbanding lurus. Semakin tinggi nilai *self potential* maka tingkat korosivitas tanah akan semakin korosif
2. *Self potential* dengan *native potential* berkorelasi kuat dengan tingkat korelasi 0.8
3. Tingkat korosivitas sangat tinggi terdapat pada sisi utara lokasi penelitian dengan tingkat intrusi tinggi, korosivitas tinggi terdapat di sisi selatan lokasi penelitian pada zona intrusi, korosivitas sedang terdapat pada sisi tengah lokasi penelitian (7-24 m).

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Dapat digunakan sebagai survey awal dalam peletakan pipa bawah permukaan serta penentuan protekti pada pipa.
2. Perlu diperhatikan kondisi cuaca dan kondisi tanah yang akan diukur, tanah akan terukur dengan baik pada saat kering.



## DAFTAR PUSTAKA

- Kiswara, Reza, 2009. Pengaruh resistivitas tanah terhadap Pengukuran potensial baja dengan multimeter Digital dan mikrokontroler atmega8353.
- Beavers, J.A., Thompson, N.G. 2006. External Corrosion of Oil and Natural Gas Pipeline. ASM Handbook Volume 13C, Corrosion: Environments and Industries. ASM International.
- Pendowo., H. Samodera., 1997, Peta Geologi Lembar Besuki Jawa Timur, Skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Steel pipe Native Potentials in Soil Affect CP Criteria, March 2012, Vol 239 No 3)
- Reynold, John M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. West Sussex: Wiley.
- Telford, W. M. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. USA: Cambridge University Press
- Usman, H. dan R. Purnomo Setiady Akbar. 2000. Pengantar Statistika. Jakarta : Bumi Aksara.
- Taufiqurrohman, Rizal. 2017. Pendugaan Zona Intrusi Air Laut Dan Pengaruh Terhadap Zona Korosi Lokal Tanah Berdasarkan Nilai Resistivitas Tanah Dengan Menggunakan Metode Resistivitas 2d. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



## LAMPIRAN

### Dokumentasi pengukuran *Self potential*



### Dokumentasi kalibrasi alat



Tim pengukuran Tugas Akhir bersama pembimbing di PT.IPMOMI



## BIOGRAFI PENULIS



Masruro Amalia lahir di Situbondo pada tanggal 04 mei 1995. Pendidikan yang ditempuh penulis yaitu SDN 2 Kapongan, MTsN 1 Situbondo dan SMAN 2 Situbondo. Setelah lulus dari pendidikan menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan di Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013. Selama perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan kemahasiswaan antara lain sebagai Kepala departemen Event di UKM Karate ITS pada tahun 2015. Kemudian, pada tahun 2016 penulis menjadi pengurus divisi kewirausahaan didalam Himpinan Mahasiswa Geofisika Indonesia (pusat). Beberapa kegiatan kepanitiaan juga pernah diikuti oleh penulis yaitu sebagai kadiv Danus pada festival pendidikan Situbondo 2015.





